

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-170927

(43) 公開日 平成9年(1997)6月30日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 19/56		9402-2F	G 0 1 C 19/56	
G 0 1 P 9/04			G 0 1 P 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-333559
(22) 出願日 平成7年(1995)12月21日

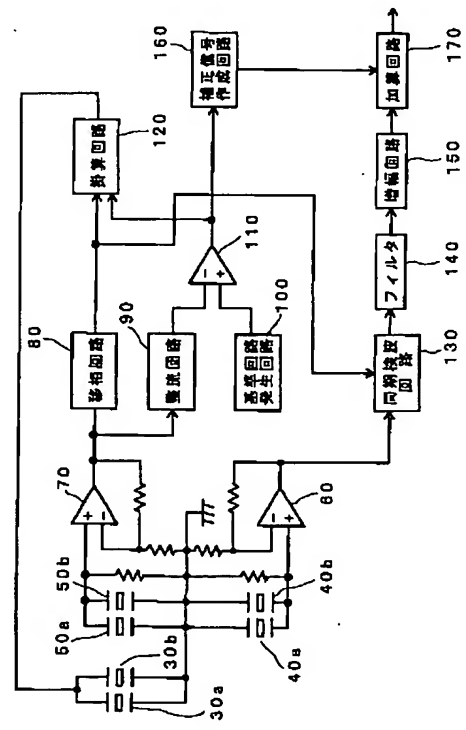
(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(72) 発明者 加藤 謙二
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
(72) 発明者 佐藤 順一
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
(74) 代理人 弁理士 伊藤 洋二

(54) 【発明の名称】 振動型角速度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 温度センサを用いることなく角速度信号の温度補正を精度よく行う。

【解決手段】 振動体に、駆動用圧電素子30a、30b、検出用圧電素子40a、40b、振動参照用圧電素子50a、50bを設け、振動参照用圧電素子50a、50bの出力信号により、増幅回路70、位相回路80、整流回路90、基準電圧発生回路100、差動増幅回路110、掛算回路120を用いて、駆動用圧電素子30a、30bに駆動電圧を印加する帰還制御ループを構成し、振動体を一定振幅で振動させる。また、振動体の振動時の検出用圧電素子40a、40bの出力信号により、角速度信号が出力される。ここで、差動増幅回路110の出力電圧は振動体の温度に対応した信号となり、この信号を用いて補正信号作成回路160にて補正信号を作成し、加算回路170にて角速度信号とその補正信号を加算することにより、角速度信号の温度補正を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動体(20)と、

この振動体を振動させる駆動用圧電素子(30a、30b)と、

この駆動用圧電素子により前記振動体を振動させた時に、その振動方向と直交する振動成分の信号を出力する検出用圧電素子(40a、40b)と、

前記振動体の振動方向に応じた信号を出力する振動参照用圧電素子(50a、50b)と、

前記検出用圧電素子の出力信号に基づいて角速度信号を出力する角速度信号出力手段(60、130～150)と、

前記振動参照用圧電素子の出力信号に基づき、前記振動体を一定の振幅で振動させるように前記駆動用圧電素子に駆動電圧を出力する帰還制御手段(70、80～120)と、

前記振動参照用圧電素子の出力信号に基づき前記出力された角速度信号を温度補正する補正手段(160、170)とを備えた振動型角速度検出装置。

【請求項2】 前記帰還制御手段は、前記振動参照用圧電素子の出力信号を増幅する増幅回路(70)と、この増幅回路の出力電圧を整流する整流回路(90)と、整流された電圧と基準電圧との差電圧を出力する差動増幅回路(110)とを備え、前記差電圧に基づいて前記駆動電圧を出力するように構成されており、前記補正手段は前記差電圧を用いて前記角速度信号を温度補正することを特徴とする請求項1に記載の振動型角速度検出装置。

【請求項3】 前記補正手段は、前記振動体の温度変化による前記角速度信号の変動を相殺する補正信号を作成する補正信号作成回路(160)と、前記補正信号を前記角速度信号に加算する加算回路(170)とを有することを特徴とする請求項1又は2に記載の振動型角速度検出装置。

【請求項4】 前記補正信号作成回路は、前記振動体の温度変化に対して前記角速度信号が変動する方向と逆方向に変動する補正方向信号を出力する補正方向信号出力回路(161)と、この出力された補正方向信号の利得を設定する利得可変増幅回路(162)とを有することを特徴とする請求項3に記載の振動型角速度検出装置。

【請求項5】 前記補正方向信号出力回路は、前記振動参照用圧電素子の出力信号に基づき前記振動体の温度変化に対して変動方向が異なる複数の補正方向信号を作成する回路(161a)と、そのいずれかを選択する回路(161b)とを有することを特徴とする請求項4に記載の振動型角速度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、振動型角速度検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の装置として、特公平6-56300号公報に示す「振動型角速度検出装置」がある。このものの構成を図5、図6に示す。図5は振動型角速度検出装置の振動子の外観図、図6はその電気回路図である。振動型角速度検出装置は、図5に示すように、直方体形状の金属基体10と、金属からなる振動体20と、圧電素子30a、30b、40a、40b、50a、50bとを備えている。

【0003】振動体20は、音叉構造となっており、短冊状の平板からなる一対の振動板21、22と、これらとそれぞれ直交するように形成された短冊状の平板からなる一対の振動板23、24により構成されている。また、振動板21、22は、基部25により支えられており、基部25を基準として振動する。振動板21、22には駆動用圧電素子30a、30bが固着されており、振動板23、24には検出用圧電素子40a、40bが固着されている。駆動用圧電素子30a、30bに交流電圧が印加されると、基部25を基準として振動板21、22が図の左右方向に対称振動する。この時、角速度 ω が生じると、コリオリの力を受けて振動板23、24が紙面に垂直方向に振動する。

【0004】なお、振動板21、22には、振動参照用圧電素子50a、50bが固着されており、振動板21、22の振動に応じた信号を出力する。図6において、振動参照用圧電素子50a、50bの出力信号は増幅回路70にて増幅され、その増幅電圧は移相回路80にて90°移相される。この移相された電圧は掛算回路120を介して駆動用圧電素子30a、30bに印加される。駆動用圧電素子30a、30bはその電圧を受けて振動板21、22を振動させ、振動参照用圧電素子50a、50bはその振動に応じた信号を出力する。従って、上記した帰還ループにより振動体20の機械的共振点で自励発振し、駆動用圧電素子30a、30bに交流信号が印加され、振動板21、22が対称振動する。つまり、振動体20が音叉振動する。

【0005】また、増幅回路70の出力電圧は、整流回路90にて整流され、差動増幅回路110の反転入力端子に入力される。一方、基準電圧発生回路100から、振動体21、22を一定振幅で対称振動させるために設定された基準電圧が差動増幅回路110の非反転入力端子に入力される。差動増幅回路110は、両入力電圧の差電圧を出力し、掛算回路120に出力する。そして、掛算回路120にて上記90°移相された電圧と差動増幅回路110から出力された差電圧を掛算し、その結果の電圧を駆動用圧電素子30a、30bに出力する。

【0006】上記構成において、振動板21、22の振動が大きくなると、増幅回路70の出力電圧が大きくなり、整流回路90の出力電圧も大きくなる。その結果、差動増幅回路110の出力電圧および掛算回路120の

出力電圧が小さくなり、振動板21、22の振動を小さくするようにする。同様に、振動板21、22の振動が小さくなった時には、振動板21、22の振動を大きくするようにする。従って、増幅回路70の出力電圧の振幅を一定の大きさにするように帰還制御が行われ、振動板21、22の振動振幅を一定の大きさにする。

【0007】また、検出用圧電素子40a、40bからは角速度 ω に応じた信号が出力される。この出力信号は、同期検波回路130にて同期検波され、ローパスフィルタ回路140を介し増幅回路150にて増幅され、角速度信号として出力される。なお、振動参照用圧電素子50a、50bおよび検出用圧電素子40a、40bは、同一の温度特性を有しており、また各増幅回路60、70も同一の温度特性を有している。このことにより、振動体20の温度が変化しても、増幅回路70の出力信号の振幅が一定になるように制御されるため、増幅回路60の出力信号も温度変化に対し安定化されることになる。従って、温度変化によるオフセット量（角速度 ω が0の時の角速度信号）の変動を抑制することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記した構成によれば、振動体20の温度変化によるオフセット量の変動をかなり抑制することができるが、製造工程上、各圧電素子および各増幅回路の温度特性を全く同一にするのは不可能であり、その抑制ではまだ不十分であることが判明した。

【0009】一方、振動体の温度変化に対して角速度信号の温度補正を行うものが、特開平5-264280号公報あるいは特開平5-296771号公報に開示されている。このものでは、振動体の近傍に温度センサを設け、温度に応じた直流電圧を角速度信号に加算することにより、温度補正を行っている。しかしながら、振動体の近傍に温度センサを設置しても、振動体の温度と温度センサの検出温度に差が生じてしまい、正確なる温度補正を行うことができないという問題がある。

【0010】本発明は上記問題に鑑みたもので、温度センサを用いることなく角速度信号の温度補正を精度よく行うことを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明者等は、図5、図6に示す構成において、差動増幅回路110の出力電圧が、振動体20の温度に対応した信号であることに着目し、その信号を用いて角速度信号の温度補正を行うことを検討した。上記した駆動用圧電素子30a、30bおよび振動参照用圧電素子50a、50bは、その電気-機械変換係数（その逆の機械-電気変換係数も含む）に温度特性を有する。従って、温度変化により振動体20の振動振幅が増大した場合、振動参照用圧電素子50a、50bの出力を増幅回

路70で増幅した交流電圧が増大する。このことにより、増幅回路70の出力電圧を整流した電圧も増大し、その電圧を基準電圧から引いた差動増幅回路110の出力電圧は減少する。また、温度変化により振動体20の振動振幅が減少した場合には、全く逆の電圧変化が発生し、差動増幅回路110の出力電圧は増大する。

【0012】従って、差動増幅回路110の出力電圧を監視すれば、振動体20の温度変化を知ることができる。図7に、振動体20の温度を $-30\sim 65^{\circ}\text{C}$ まで変化させた時の差動増幅回路110の出力電圧を測定した結果を示す。この図から、差動増幅回路110の出力電圧は、振動体20の温度とほぼ比例関係にあることが分かる。

【0013】本発明は上記検討を基になされたもので、請求項1に記載の発明においては、振動参照用圧電素子の出力信号に基づき、振動体を一定の振幅で振動させるように駆動用圧電素子に駆動電圧を出力する場合の、振動参照用圧電素子の出力信号を用いて、角速度信号を温度補正するようにしたことを特徴としている。従って、温度センサを用いることなく、角速度信号の温度補正を精度よく行うことができる。

【0014】請求項2に記載の発明においては、帰還制御手段を、振動参照用圧電素子の出力信号を増幅する増幅回路、その出力を整流する整流回路、整流電圧と基準電圧との差電圧を出力する差動増幅回路を有して構成し、この場合の差動増幅手段の出力を用いて角速度信号を温度補正するようにしたことを特徴としている。このように差動増幅回路の出力電圧を用いた場合、振動体の温度に関する信号を大きく取ることができるため、温度補正を行いやすくすることができる。

【0015】上記した温度補正を行う補正手段としては、請求項3に記載の発明のように、振動体の温度変化による角速度信号の変動を相殺する補正信号を作成する補正信号作成回路と、補正信号を角速度信号に加算する加算回路を有して構成することができる。この場合、補正信号作成回路は、請求項4に記載の発明のように、振動体の温度変化に対して角速度信号が変動する方向と逆方向に変動する補正方向信号を出力する補正方向信号出力回路と、この出力された補正方向信号の利得を設定する利得可変増幅回路とを有して構成するようにすれば、装置毎に、角速度信号の変動方向および大きさを個別に調整することができる。

【0016】また、補正方向信号は、請求項5に記載の発明のように、振動参照用圧電素子の出力信号に基づいて作成された複数の補正方向信号のいずれかを選択することにより設定することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1に、本発明の一実施形態を示す振動型角速度検出装置の電気回路構成を示す。補正信号作成回路160と加算回路170を付加した点を除

き、他の構成は図6に示すものと同じである。また、振動子の外観構成は図5に示すものと同じである。

【0018】差動増幅回路110の出力電圧は、図7に示すように振動体20の温度とほぼ比例関係にあるため、補正信号作成回路160は、差動増幅回路110の出力電圧を用いて、温度補正するための補正信号を作成する。加算回路170は、増幅回路150からの角速度信号と補正信号作成回路160からの補正信号を加算し、温度補正した角速度信号を出力する。

【0019】ここで、角速度 ω が0の時（無回転時）に増幅回路150から出力される角速度信号は、温度変化に対し一義的に変化せず、図2（a）～（d）に示すようなパターンで変化する。（a）は温度の上昇に対し角速度信号が単調増加するパターン、（b）は温度の上昇に対し角速度信号が単調減少するパターン、（c）、

（d）は温度の上昇に対し角速度信号が増減変化するパターンである。

【0020】そこで、それぞれのパターンに応じて補正信号が作成できるように補正信号作成回路160が構成されている。図3に、補正信号作成回路160の具体的な構成を示す。補正信号作成回路160は、振動体20の温度変化に対して角速度信号が変動する方向と逆方向に変動する補正方向信号を出力する補正方向信号出力回路161と、この出力された補正方向信号の利得を設定する利得可変増幅回路162とから構成されている。

【0021】補正方向信号出力回路161は、差動増幅回路110の出力電圧により振動体の温度変化に対して変動方向が異なる複数の補正方向信号を作成する回路161aと、この回路161aの出力を選択するスイッチ回路161bとから構成されている。具体的には、回路161aは、反転増幅器1611aを有し、反転増幅器1611aにて反転増幅された信号Aと、GNDに接続された信号Bと、差動増幅回路110の出力信号Cを出力し、スイッチ回路161bはそのいずれかを選択する。

【0022】スイッチ回路161bの出力は、利得可変反転増幅回路162に入力される。利得可変反転増幅回路162は、演算増幅器162a、固定抵抗器162b、可変抵抗器162cにより構成されており、入力信号に対し利得が可変できるようになっている。上記したスイッチ回路161bの選択および利得可変反転増幅回路162の利得設定は次のようにして行われる。

【0023】まず、スイッチ回路161bにて信号Bを選択した状態で、振動体20の温度を変化させて角速度信号を測定する。信号Bが選択されている時は、補正信号作成回路160から出力される補正信号が0となるため、補正なしの状態では角速度信号を測定することができる。この測定により、角速度信号の変化パターンが図2（a）に示す単調増加を示している場合には、スイッチ回路161bにて信号Cを選択する。この選択された差

動増幅回路110の出力信号Cは、利得可変反転増幅回路162にて反転増幅されるため、補正信号は、振動体20の温度変化に対し単調減少する信号となる。

【0024】また、角速度信号の変化パターンが図2（b）に示す単調減少の場合は、スイッチ回路161bにて信号Aを選択する。この場合、差動増幅回路110の出力電圧を反転増幅した信号Aは、利得可変反転増幅回路162にて反転増幅されるため、補正信号は、振動体20の温度変化に対し単調増加する信号となる。さらに、上記したスイッチ回路161bの選択とともに、測定された角速度信号の変化幅に応じて可変抵抗器162cの抵抗値を調整し、利得可変反転増幅回路162の利得を設定する。

【0025】このような選択及び調整により、補正信号作成回路160から出力される補正信号は、図2（a）に示すパターンに対しては、同じような変化割合で単調減少する信号となり、図2（b）に示すパターンに対しては、同じような変化割合で単調増加する信号となる。従って、角速度検出時において、上記した補正信号と増幅回路150からの角速度信号とを加算回路170で加算することにより、温度補正した角速度信号を出力することができる。

【0026】図4に、温度補正した角速度信号の変化パターンの一例を示す。この図から分かるように、温度変化に対し角速度信号の変動が非常に小さくなっている。なお、角速度信号の変化パターンが図2（c）（d）に示す増減変化の場合には、変化幅が小さい場合が多いので、信号Bを選択したままの補正なしの状態とする。なお、変化幅が大きい場合には、図3の補正信号作成回路160では補正できないので、不良品として取り扱う。

【0027】上記した実施形態においては、差動増幅回路110の出力電圧に基づき補正信号作成回路160にて補正信号を作成するようにしたが、差動増幅回路110の出力電圧をA/Dコンバータを介してマイクロコンピュータに入力し、その演算にて補正量を演算し、D/Aコンバータを介して補正信号を出力するようにしてもよい。

【0028】また、温度補正用の入力信号として、差動増幅回路110の出力電圧を用いたが、掛算回路120の出力電圧を整流した電圧を用いてもよい。また、増幅回路70の出力信号の振幅を一定にする帰還制御回路において、振動体20に固着した振動参照用圧電素子50a、50bの温度特性を利用した信号であれば、上記した信号以外でも温度補正用の入力信号として用いることができる。但し、差動増幅回路110の出力電圧が、温度変化に対し最も大きく出力を取り出すことができるため、差動増幅回路110の出力電圧を用いるのが実用上最も好ましい。

【0029】また、増幅回路70からの位相制御を行うものとしては、上記実施形態で示した移相回路80に限

らず、特公平6-56300号公報の第3図に示すPLL回路、すなわち増幅回路70と駆動用圧素子30a、30bの出力信号の位相差に応じ、増幅回路70の出力電圧と90°の位相差を有する交流電圧を駆動用圧素子30a、30bに印加するものであってもよい。

【0030】さらに、振動体20の構成は図5に示すもの以外であってもよく、要は、駆動用圧素子により振動体を振動させた時に、その振動方向と直交する振動成分を検出用圧素子からの検出できるようなものであればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す電気回路図である。

【図2】温度補正する前の角速度信号の変化パターンを示す図である。

【図3】補正信号作成回路160の詳細構成を示す図である。

【図4】温度補正した角速度信号の変化パターンを示す

図である。

【図5】振動型角速度検出装置の振動子の外観図である。

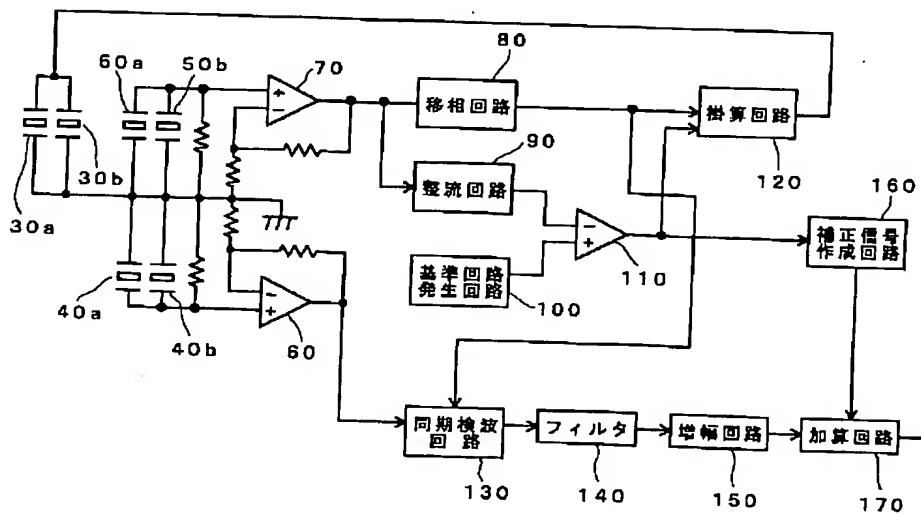
【図6】従来の振動型角速度検出装置の電気回路図である。

【図7】振動体の温度と差動増幅回路の出力電圧との関係を示す図である。

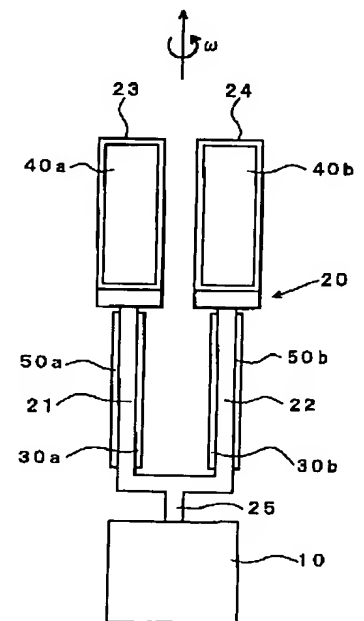
【符号の説明】

10…金属基体、20…振動体、21～24…振動板、25…基部、30a、30b…駆動用圧素子、40a、40b…検出用圧素子、50a、50b…振動参照用圧素子、60、70…増幅回路、80…移相回路、90…整流回路、100…基準電圧発生回路、110…差動増幅回路、120…掛算回路、130…同期検波回路、140…フィルタ、150…増幅回路、160…補正信号作成回路、161…パターン信号出力回路、162…利得可変反転増幅回路、170…加算回路。

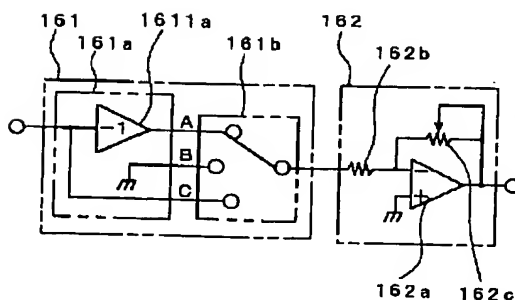
【図1】



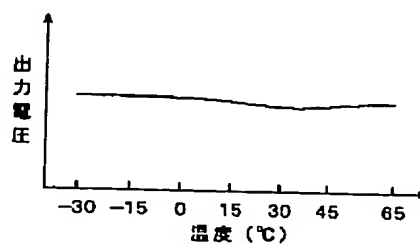
【図5】



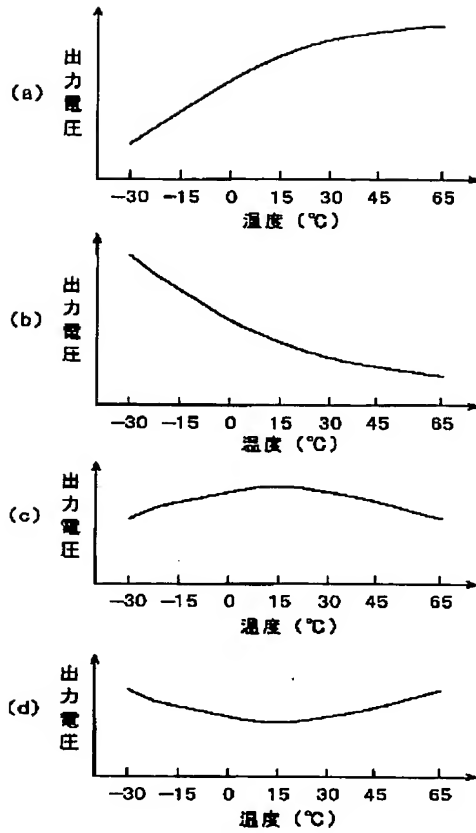
【図3】



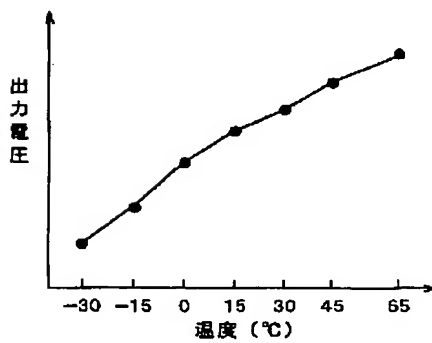
【図4】



【図2】



【図7】



【図6】

